

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-232384

(43)Date of publication of application : 16.08.2002

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04N 5/38

H04N 5/40

(21)Application number : 2001-021264

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 30.01.2001

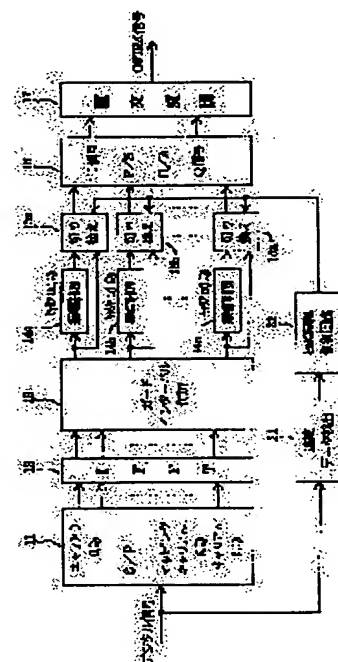
(72)Inventor : NAKA MASAHIRO  
KANEKO KEIICHI

(54) ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX SIGNAL TRANSMITTING METHOD AND ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX SIGNAL TRANSMITTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an orthogonal frequency division multiplex signal transmitter for generating OFDM signals including a high quality pilot signals with little unwanted leakage components.

SOLUTION: The orthogonal frequency division multiplex signal transmitter for generating signals to which a part of a plurality of generated carrier signals is added as a guard interval signal, comprises a means 21 for detecting carriers continuous in adjacent symbol periods and amplitude control means 14a, 14b, to 14n, 15a, 15b, to 15n for attenuating the amplitudes of signals near start points of the guard interval signals added to carrier signals detected as discontinuous carriers by the continuous carrier detecting means 21.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-232384

(P 2 0 0 2 - 2 3 2 3 8 4 A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002. 8. 16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H04J 11/00		H04J 11/00	Z 5C025
H04N 5/38		H04N 5/38	5K022
5/40		5/40	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全12頁)

(21) 出願番号 特願2001-21264 (P 2001-21264)

(22) 出願日 平成13年1月30日 (2001. 1. 30)

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 仲 昌宏

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(72) 発明者 金子 敬一

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

Fターム(参考) 5C025 AA01 DA01

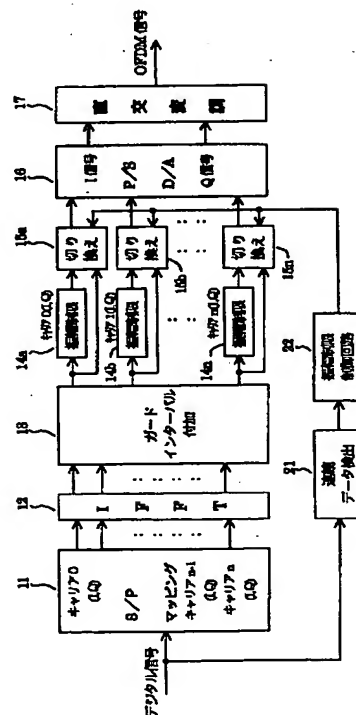
5K022 AA11 DD01 DD21 EE01

(54) 【発明の名称】 直交周波数分割多重信号の送信方法、及び直交周波数分割多重信号送信装置

(57) 【要約】

【課題】 不要漏洩成分が少なく、且つ高品質なパイロット信号を含むOFDM信号を生成する直交周波数分割多重信号送信装置を実現することにある。

【解決手段】 生成された複数のキャリア信号の一部をガードインターバル信号として付加した信号を生成する直交周波数分割多重送信装置を、隣接するシンボル期間において連続であるキャリアを検出する連続キャリア検出手段21と、その連続キャリア検出手段により不連続のキャリア信号として検出されたキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の開始点の近傍における信号の振幅を減衰させる振幅制御手段14a、14b、・・・、14n、15a、15b、・・・、15nとを具備して直交周波数分割多重信号送信装置を構成するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】実数軸と虚数軸で構成される 2 次元平面に複数の信号点を定義し、その定義された信号点に供給される情報信号を割り付けるようにして有効シンボル期間毎に変調された複数のキャリア信号を得ると共に、それらの得られたキャリア信号にその有効シンボル期間の信号の一部をガードインターバル信号として付加することによりシンボル期間毎のキャリア信号として得、その得られたキャリア信号を空間伝送路に送出するための直交周波数分割多重信号の送信方法であって、前記シンボル期間毎の複数のキャリア信号の内、隣接するシンボル期間において不連続とされるキャリア信号を検出する第 1 のステップと、その第 1 のステップにおいて不連続のキャリア信号として検出されたキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の開始点の近傍においてそのキャリア信号の振幅を減衰させる第 2 のステップと、その第 2 のステップにより得られた複数のキャリア信号を合成することにより前記直交周波数分割多重信号を得る第 3 のステップとよりなることを特徴とする直交周波数分割多重信号の送信方法。

【請求項 2】実数軸と虚数軸で構成される 2 次元平面に複数の信号点を定義し、その定義された信号点に供給される情報信号を割り付けるようにして第 1、及び第 1 の次に配置される第 2 の有効シンボル期間毎に変調された複数のキャリア信号を得ると共に、その得られた複数のキャリア信号にその第 1 又は第 2 の有効シンボル期間毎に変調されたキャリア信号の一部をガードインターバル信号として第 1 の有効シンボル期間の前に付加することによりシンボル期間毎のキャリア信号として得、その得られたキャリア信号を空間伝送路に送出するための直交周波数分割多重信号の送信方法であって、前記シンボル期間毎の複数のキャリア信号の内、隣接するシンボル期間において不連続とされるキャリア信号を検出する第 1 のステップと、その第 1 のステップにおいて不連続のキャリア信号として検出されたキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の手前の第 2 の有効シンボル期間においてそのキャリア信号の振幅を減衰させる第 2 のステップと、その第 2 のステップにより得られた複数のキャリア信号を合成することにより前記直交周波数分割多重信号を得る第 3 のステップとよりなることを特徴とする直交周波数分割多重信号の送信方法。

【請求項 3】前記第 1 のステップにおける不連続とされるキャリア信号の検出は、前記複数のキャリア信号の内、参照用信号として定義されるキャリア信号については不連続であるキャリア信号として検出しないことを特徴とする請求項 1、又は請求項 2 記載の直交周波数分割多重信号の送信方法。

【請求項 4】前記第 1 のステップにおける不連続とされるキャリア信号の検出は、前記複数のキャリア信号の内、受信装置同期用信号として定義されるキャリア信号については不連続であるキャリア信号として検出しないことを特徴とする請求項 1、又は請求項 2 記載の直交周波数分割多重信号の送信方法。

【請求項 5】実数軸と虚数軸で構成される 2 次元平面に複数の信号点を定義し、その定義された信号点に供給される情報信号を割り付けるようにして有効シンボル期間毎に変調された複数のキャリア信号を得ると共に、それらの得られたキャリア信号にその有効シンボル期間の信号の一部をガードインターバル信号として付加することによりシンボル期間毎のキャリア信号として得、その得られたキャリア信号を空間伝送路に送出するための直交周波数分割多重信号送信装置であって、前記シンボル期間毎の複数のキャリア信号の内、隣接するシンボル期間において不連続とされるキャリア信号を検出する不連続キャリア検出手段と、

その不連続キャリア検出手段により不連続のキャリア信号として検出されたキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の開始点の近傍においてそのキャリア信号の振幅を減衰させる振幅制御手段と、その振幅制御手段により得られた複数のキャリア信号を合成することにより前記直交周波数分割多重信号を得る信号合成手段とより構成されることを特徴とする直交周波数分割多重信号送信装置。

【請求項 6】実数軸と虚数軸で構成される 2 次元平面に複数の信号点を定義し、その定義された信号点に供給される情報信号を割り付けるようにして第 1、及び第 1 の次に配置される第 2 の有効シンボル期間毎に変調された複数のキャリア信号を得ると共に、その得られた複数のキャリア信号にその第 1 又は第 2 の有効シンボル期間毎に変調されたキャリア信号の一部をガードインターバル信号として第 1 の有効シンボル期間の前に付加することによりシンボル期間毎のキャリア信号として得、その得られたキャリア信号を空間伝送路に送出するための直交周波数分割多重信号送信装置であって、

前記シンボル期間毎の複数のキャリア信号の内、隣接するシンボル期間において不連続とされるキャリア信号を検出する不連続キャリア検出手段と、

その不連続キャリア検出手段により不連続のキャリア信号として検出されたキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の手前の第 2 の有効シンボル期間においてそのキャリア信号の振幅を減衰させる振幅制御手段と、

その振幅制御手段により得られた複数のキャリア信号を合成することにより前記直交周波数分割多重信号を得る信号合成手段とより構成されることを特徴とする直交周波数分割多重信号送信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ガードバンドを有して伝送される直交周波数分割多重信号の不要漏洩スペクトルを低減させ、且つその直交周波数分割多重信号の復調用パイロット信号成分を安定させて伝送する直交周波数分割多重信号の送信方法、及び直交周波数分割多重信号送信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重変調) 信号は、それを構成するキャリアが周波数領域において直交配置されているため、狭い周波数間隔で配列される多数のキャリアを用いて効率の高い情報信号の伝送が出来る変調方式であり、また多数のキャリアを用いるためキャリア毎の変調信号周波数帯域を低下させることができ、そのためガードインターバルを設けることによる伝送効率の低下を小さく保ちつつマルチパス歪の受け難い送信、受信システムを構成することが出来る。

【0003】 そのような特徴を有する OFDM 伝送方式は、日欧におけるデジタル地上放送に採用されているデジタル変調方式であり、今後そのような特徴を有する OFDM 方式は、無線 LAN システムとしてホームネットワークの無線結合手段として用いられるなど、IT (Information Technology) システムを実現するための重要な技術として今後の活用が期待されている。

【0004】 そして、現在は無線 LAN を実現するため、スペクトラム拡散技術を用い、小電力で変調信号を伝送する方法も用いられているが、情報化社会に向けてより多くの無線端末が導入されていくことを考えると、更に周波数の利用効率の高い無線システムの実現が必要となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、OFDM 信号は IFFT (Inverse fast Fourier transform; 逆フーリエ変換) を用いて生成され、生成された信号の一部がガードインターバル信号としてその生成された信号に付加されて伝送される。

【0006】 そして、そのガードインターバル信号を付加した OFDM 信号は、マルチパス歪の影響を受け難く安定した受信性能を得ることができるが、そのガードインターバルを付加した OFDM 信号により不要漏洩信号成分が生成され、その不要漏洩信号成分は隣接する周波数の通信に対して妨害となることがあるなど、その不要漏洩信号成分を低減させた OFDM 信号を生成できる OFDM 送信装置の実現が望まれている。

【0007】 その不要漏洩信号成分を除去した OFDM 信号の生成に関し、特開平 11-17643 号公報「OFDM 変調器」に開示されており、その公報にはガードインターバル期間に生じる信号の不連続成分を、そのガードインターバル期間の前後で振幅値を周期的に変更す

ることにより不要漏洩信号成分を低減させた OFDM 変調器を実現している。

【0008】 そのようにして生成される OFDM 信号はガードインターバルの手前より信号を減衰させ、ガードインターバルの開始点で最小信号値となり、ガードインターバルの終わりの部分で元の信号レベルに復帰するようになされているが、そのような信号レベルの制御は OFDM を構成する全てのキャリアに対してなされている。

【0009】 そのようにして生成された OFDM 信号の復調は FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 回路を用いて行うが、その FFT 回路は送信装置の IFFT と同期関係にある必要があり、送信装置はその受信機の同期のための信号を OFDM 信号に内在させた信号として生成して送信するようにしている。

【0010】 その同期のための信号はパイロット信号と呼ばれ、そのパイロット信号は OFDM を構成する特定のキャリアを伝送用キャリアとして定義し、そのキャリアにより同期信号成分を伝送する。

【0011】 そのパイロット信号の伝送方法は特開平 8-32546 号公報「直交周波数分割多重信号送受信装置」に開示されているが、そのパイロット信号はガードインターバル区間に整数波長存在するような周波数の信号が用いられるのが一般的である。

【0012】 そこで本発明は、ガードインターバル期間が設けられて生成される OFDM 信号に関し、不要漏洩成分が少なく、且つ高品質なパイロット信号、及び高品質な OFDM 信号復号用のレファレンス信号を含む OFDM 信号の生成を可能とする直交周波数分割多重信号の送信方法、及び直交周波数分割多重信号送信装置の構成を提供しようとするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記課題を解決するために以下の 1) ~ 6) の手段より成るものである。すなわち、

【0014】 1) 実数軸と虚数軸で構成される 2 次元平面に複数の信号点を定義し、その定義された信号点に供給される情報信号を割り付けるようにして有効シンボル期間毎に変調された複数のキャリア信号を得ると共に、それらの得られたキャリア信号にその有効シンボル期間の信号の一部をガードインターバル信号として付加することによりシンボル期間毎のキャリア信号として得、その得られたキャリア信号を空間伝送路に送出するための直交周波数分割多重信号の送信方法であって、前記シンボル期間毎の複数のキャリア信号の内、隣接するシンボル期間において不連続とされるキャリア信号を検出する第 1 のステップ (21) と、その第 1 のステップにおいて不連続のキャリア信号として検出されたキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の開始点の近傍においてそのキャリア信号の振幅を減衰させ

る第2のステップ14a、14b、・・・、14n、15a、15b、・・・、15n)と、その第2のステップにより得られた複数のキャリア信号を合成することにより前記直交周波数分割多重信号を得る第3のステップ(16)とよりなることを特徴とする直交周波数分割多重信号の送信方法。

【0015】2) 実数軸と虚数軸で構成される2次元平面に複数の信号点を定義し、その定義された信号点に供給される情報信号を割り付けるようにして第1、及び第1の次に配置される第2の有効シンボル期間毎に変調された複数のキャリア信号を得ると共に、その得られた複数のキャリア信号にその第1又は第2の有効シンボル期間毎に変調されたキャリア信号の一部をガードインターバル信号として第1の有効シンボル期間の前に付加することによりシンボル期間毎のキャリア信号として得、その得られたキャリア信号を空間伝送路に送出するための直交周波数分割多重信号の送信方法であって、前記シンボル期間毎の複数のキャリア信号の内、隣接するシンボル期間において不連続とされるキャリア信号を検出する第1のステップ(21)と、その第1のステップにおいて不連続の信号として検出されたキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の手前の第2の有効シンボル期間においてそのキャリア信号の振幅を減衰させる第2のステップ(14a、14b、・・・、14n、15a、15b、・・・、15n)と、その第2のステップにより得られた複数のキャリア信号を合成することにより前記直交周波数分割多重信号を得る第3のステップ(16)とよりなることを特徴とする直交周波数分割多重信号の送信方法。

【0016】3) 前記第1のステップにおける不連続とされるキャリア信号の検出は、前記複数のキャリア信号の内、参照用信号として定義されるキャリア信号については不連続であるキャリア信号として検出しないことを特徴とする1)項又は2)項記載の直交周波数分割多重信号の送信方法。

【0017】4) 前記第1のステップにおける不連続とされるキャリア信号の検出は、前記複数のキャリア信号の内、受信装置同期用信号として定義されるキャリア信号については不連続であるキャリア信号として検出しないことを特徴とする1)項又は2)項記載の直交周波数分割多重信号の送信方法。

【0018】5) 実数軸と虚数軸で構成される2次元平面に複数の信号点を定義し、その定義された信号点に供給される情報信号を割り付けるようにして有効シンボル期間毎に変調された複数のキャリア信号を得ると共に、それらの得られたキャリア信号にその有効シンボル期間の信号の一部をガードインターバル信号として付加することによりシンボル期間毎のキャリア信号として得、その得られたキャリア信号を空間伝送路に送出するための直交周波数分割多重信号送信装置であって、前記

シンボル期間毎の複数のキャリア信号の内、隣接するシンボル期間において不連続とされるキャリア信号を検出する不連続キャリア検出手段(21)と、その不連続キャリア検出手段により不連続のキャリア信号として検出されたキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の開始点の近傍においてそのキャリア信号の振幅を減衰させる振幅制御手段(14a、14b、・・・、14n、15a、15b、・・・、15n)と、その振幅制御手段により得られた複数のキャリア信号を合成することにより前記直交周波数分割多重信号を得る信号合成手段(16)とより構成されることを特徴とする直交周波数分割多重信号送信装置。

【0019】6) 実数軸と虚数軸で構成される2次元平面に複数の信号点を定義し、その定義された信号点に供給される情報信号を割り付けるようにして第1、及び第1の次に配置される第2の有効シンボル期間毎に変調された複数のキャリア信号を得ると共に、その得られた複数のキャリア信号にその第1又は第2の有効シンボル期間毎に変調されたキャリア信号の一部をガードインターバル信号として第1の有効シンボル期間の前に付加することによりシンボル期間毎のキャリア信号として得、その得られたキャリア信号を空間伝送路に送出するための直交周波数分割多重信号送信装置であって、前記シンボル期間毎の複数のキャリア信号の内、隣接するシンボル期間において不連続とされるキャリア信号を検出する不連続キャリア検出手段(21)と、その不連続キャリア検出手段により不連続のキャリア信号として検出されたキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の手前の第2の有効シンボル期間においてそのキャリア信号の振幅を減衰させる振幅制御手段(14a、14b、・・・、14n、15a、15b、・・・、15n)と、その振幅制御手段により得られた複数のキャリア信号を合成することにより前記直交周波数分割多重信号を得る信号合成手段(16)とより構成されることを特徴とする直交周波数分割多重信号送信装置。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の直交周波数分割多重信号の送信方法、及び直交周波数分割多重信号送信装置の実施形態につき好ましい実施例により説明する。図1は、その実施例にかかわる直交周波数分割多重信号送信装置の構成であり、以下図と共に説明する。

【0021】同図に示す直交周波数分割多重信号送信装置は、S/P・マッピング回路11、IFFT12、ガードインターバル付加回路13、振幅制限回路14a、14b、・・・、14n、切り換え器15a、15b、・・・、15n、P/S・D/A回路16、直交変調回路17、不連続データ検出回路21、及び振幅制限制御回路22よりなっている。

【0022】次に、この様に構成される直交周波数分割多重信号送信装置の動作について述べる。まず、この送

信装置で送信されるシリアルデータ形式で供給されるデジタル情報信号は後述の不連続データ検出回路21、及びS/P・マッピング回路11に供給され、そこではシリアルデータ(S)はパラレル(P)の形式のデータに変換される。

【0023】そして、パラレル形式に変換されたデータは直交周波数分割多重信号を構成するそれぞれのキャリアにより多値QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 変調がなされるが、供給されたパラレルデータの値に応じ、多値QAM変調がなされるための実数軸、虚数軸で定義されるIQ平面上の信号点の位置にマッピングされ、そのマッピング位置に応じたI (In-phase) 軸、及びQ (quadrature) 軸に対応するIQ信号が生成される。

【0024】その、OFDMを構成する複数のキャリア毎に生成されたIQ信号はIFFT (Inverse fast Fourier transform; 逆フーリエ変換) 回路12に供給され、そこでは供給された複数のIQ信号に基づいて複数のキャリアのそれぞれがQAM変調のなされたOFDM信号を構成する変調キャリア信号として生成され、それらの生成された変調キャリア信号はガードインターバル付加回路13に供給される。

【0025】そのガードインターバル回路13に供給される信号は、IFFT回路が動作する窓期間に相当する有効シンボル期間の信号であり、その有効シンボル期間のガードインターバルに対応する後端部の信号をコピーにより得、その得られた信号を有効シンボル期間の手前に配置するようにしてガードインターバルの付加されたそれぞれの変調キャリア信号が得られ、それらの得られたキャリア信号、即ちキャリア0 (IQ)、キャリア1 (IQ)、・・・、キャリアn (IQ) 信号はそれぞれの切り換え器15a、15b、・・・、15n、及びそれぞれのキャリア毎に設けられる振幅制限回路14a、14b、・・・、14nに供給される。

【0026】それらの振幅制限回路14a、14b、・・・、14nでは後述の方法により、それぞれの供給されるキャリア信号に対する振幅制限を行い、振幅制限のなされたそれぞれのキャリア信号は切り換え器15a、15b、・・・、15nに供給され、それぞれの切り換え器15a、15b、・・・、15nでは、不連続データ検出回路21で検出された不連続データに基づいて振幅制限制御回路22で生成されるキャリアごとの制御信号に制御されて、供給される2つの信号の片方を切り換えられ、切り換えて得られる信号はP/S・D/A回路16の複数ある入力端子に供給される。

【0027】そのP/S・D/A回路16では、複数の切り換え器15a、15b、・・・、15nより供給されるパラレル信号(P)をI信号、及びQ信号毎に並べ換えるようにしてシリアル信号(S)に変換し、変換されたそれぞれのデジタル信号はD/A変換器によりアナ

ログのI信号及びQ信号に変換され、変換されて得られた信号は直交変調器17に供給される。

【0028】その直交変調器17では、供給されるI信号及びQ信号は搬送用キャリアに対して既存技術による直交変調がなされ、その直交変調がなされて得られた直交周波数多重分割信号は図示しない空間伝送路に供給されるようになされている。

【0029】このようにして、供給される直交周波数分割多重信号は、図示しない直交周波数分割多重信号受信装置により受信されるが、その受信装置はこの送信装置と相補的に構成され、受信された直交周波数分割多重信号よりI信号、及びQ信号により構成される複数のキャリア信号、即ちキャリア0 (IQ)、キャリア1 (IQ)、・・・、キャリアn (IQ) のそれぞれのI信号、及びQ信号はそれらの信号毎に加算合成され、その加算合成された信号は図示しないFFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 回路に供給され、そこで高速フーリエ変換がなされてそれぞれの多値QAM変調がなされたキャリア信号は、それぞれのマッピング位置に応じたI (In-phase) 軸、及びQ (quadrature) 軸に対応するキャリア毎のIQ信号として復調される。

【0030】そのようにして復調して得られたキャリア毎のIQ信号を基にして信号点、及び情報信号の復号が行われ、送信された情報信号が得られるが、その情報信号を得るための受信機側におけるFFT回路の動作は送信機側におけるIFFT回路と同期関係にある必要がある。

【0031】その同期関係を保つために、OFDMを構成する複数キャリアの内の所定キャリアを受信装置用同期キャリア信号として定義され、その定義された同期キャリア信号によりFFTを動作させるためのクロック信号の情報を伝送するようになされている。

【0032】その同期信号は複数の有効シンボル期間において同一の信号が生成されるようになされており、受信装置ではその複数の有効シンボル期間において同一である信号を基にFFT等の復調回路を駆動するためのクロック信号として生成する。

【0033】図2に、その同期用信号の波形を例示する。同図に示す信号は、有効シンボル期間に3サイクル存在する信号を同期用信号とする場合の例である。

【0034】そして、ここでは有効シンボル期間の1/3の期間がガードインターバルとして設定されており、有効シンボル期間の同図における右側の1/3の信号波形がコピーして得られ、有効シンボル期間の左側に挿入されている。

【0035】このようにして挿入されるガードインターバルの信号は、その右側においてはFFTの性質上連続とされるが、左側は連続の場合、及び不連続である場合がある。

【0036】この例では有効シンボル期間毎に同一の信



号が存在していること、及びガードインターバルに存在する信号の波長が整数波長であることによりガードインターバルの左側においても連続する信号波形とされており、その様な連続波形の信号は安定した同期信号を生成するために望ましい信号である。

【0037】このようにして、ガードインターバル期間内に整数波長存在する変調信号を受信装置同期用のパイロット信号とすることによりIFFT回路12と受信装置内のFFT回路とを同期状態とすることが容易にでき、情報信号の送信、及び受信ができることとなる。

【0038】しかし、情報信号の伝送に用いられる変調されたキャリア信号の場合、ガードインターバル内における波長が整数波長でなく、さらに有効シンボル期間毎に伝送される情報信号が異なっているためガードインターバルの手前の信号部分で不連続となる信号が生成される。

【0039】図3に、そのようなガードインターバルの手前で不連続となるキャリア信号の例を示す。同図は、有効シンボル期間に1サイクルの信号が存在する場合を示したものであり、有効シンボル期間の所定期間の信号をガードインターバル信号としてガードインターバルに挿入されて示されている。

【0040】このようにして例示されるように、通常のキャリア信号は1つ手前の有効シンボル期間の信号と、その次のガードインターバルとの間で不連続な信号が生じ、その不連続な信号により隣接する周波数帯域への不要漏洩成分が生じる。

【0041】そこで、この不連続個所の前後でキャリア信号のレベルを低下させ、その不要漏洩信号成分の低減を図る。図4に、その様にして不連続信号部分で変調信号のレベルを低下させた変調信号の波形を示す。

【0042】同図において、点線で示される信号部分の変調信号は1つ手前の有効シンボル期間の最後の部分より減衰させられ、不連続信号部分で最大の減衰量を与えられ、その後ガードインターバルの中央付近にかけて減衰量を低下させるときに得られる信号を実線で示している。

【0043】このようにして、不連続である信号は連続的な信号に変換される。図5に、このようにして得られるOFDM信号の周波数スペクトルを例示する。同図において、横軸は中心キャリア周波数に対する周波数を縦軸は信号スペクトルのレベルを示している。

【0044】そして、(a)で示される曲線はガードインターバルを付加したOFDM信号のスペクトルであり、中央部に平坦に示される信号部分に対してその左右に不要漏洩信号成分が存在している。

【0045】このような帯域外の不要漏洩信号成分は、隣接する帯域で行われる他の通信者に対して干渉妨害を与えることとなる。その干渉妨害を避けるために他の通信者が使用する周波数帯を離れた周波数の位置に設定す

る方法はあるが、そのような周波数の設定は通信のために広い帯域が使用されることとなる。

【0046】OFDMは通信に使用する周波数スペクトラムを矩形にでき、周波数利用効率の高い通信方式でありながらそのような周波数利用効率を低下させるの好ましくないことであり、その低下を防ぐ必要がある。

【0047】そして、(b)で示される曲線は前述の図4に示したような、ガードインターバルの開始点近傍におけるキャリア信号のレベルを低下させることにより不要漏洩信号成分が低下されて得られた特性である。

【0048】このようにして、ガードインターバルの開始点近傍における振幅値を制限することにより不要漏洩周波数成分を低下させることができるが、次にそのための回路について述べる。

【0049】図6は、そのガードインターバルの開始点近傍における振幅値を制限する直交周波数分割多重信号送信装置の例である。そして、この図に示す装置は前述の図1に示す直交周波数分割多重信号送信装置と同様の構成であり、同じ機能のブロックについては同一の符号を付してある。

【0050】即ち、同図に示す周波数分割多重信号送信装置はS/P・マッピング回路11、IFFT12、ガードインターバル付加回路13、振幅制限回路14、P/S・D/A回路16、及び直交変調回路17より構成される。

【0051】そして、この図6に示す装置ではIFFT12により生成されるOFDM信号の全てのキャリア信号はガードインターバル付加回路13によりガードインターバル信号が付加され、そのガードインターバル信号の付加された全てのキャリア信号は振幅制限回路14に供給される。

【0052】その振幅制限回路14では供給される全てのキャリア信号に対し、前述の図4に示したと同様の動作により全てのキャリア信号の振幅値が制限され、その制限により前述の図5に示したような漏洩信号電力の低下したキャリア信号が得られる。

【0053】このようにして、ガードインターバルの開始点の近傍で振幅制限を行うことにより漏洩信号電力を低下させたOFDM信号が得られるが、それはガードインターバルの開始点において生じている不連続な信号成分を減衰させることにより得ている。

【0054】そして、ガードインターバルにおける信号が、前述の図2に示すように連続している場合は、その信号により漏洩信号電力が増加するようなことはないため、その連続するガードインターバル信号に対して振幅制限を行う必要はない。

【0055】さらに、振幅制限のなされない連続的な信号のスペクトラムは単一周波数の線スペクトルであり、その線スペクトルの信号はOFDM信号復調のための同期信号として精度が高く位相誤差の少ない安定した周波

数の同期信号を得ることが出来る。

【0056】また、送信機にIFFT12を用いてOFDM信号を生成し、受信機に図示しないFFTを用いてそのOFDM信号の復調を行うような信号の送受信では、IFFTとFFTが同期状態にあることが必要である。

【0057】その同期状態を得るため、OFDM信号の特定のキャリアをパイロット信号として定義し、そのパイロット信号を用いてIFFTの動作タイミングを送信装置より受信装置に伝送し、受信装置ではそのパイロット信号よりFFTを駆動する周波数精度の高いクロック信号を生成し、その生成されたクロック信号によりFFTを駆動してOFDM信号の復調を行う。

【0058】そのようにして、クロック信号を生成するためのパイロット信号は周波数精度の高い信号として受信機に供給される必要があり、そのパイロット信号はガードインターバルの期間も存在し、且つそのガードインターバルの開始点における振幅制限がなされないのが好ましい。

【0059】そこで、この送信装置には、ガードインターバルの開始点における信号の連続／不連続を検出し、連続であるときはガードインターバル開始点での振幅制限を行わず、不連続であるときに振幅制限を行なうようにする。

【0060】前述の図1における振幅制限回路14a、14b、・・・、14n、切り換え器15a、15b、・・・、15n、 $P/S \cdot D/A$ 回路16、直交変調回路17、不連続データ検出回路21、及び振幅制限制御回路22はその動作を行うための回路であり、次にそれらの回路の動作について述べる。

【0061】すなわち、直交周波数分割多重信号送信装置に供給されたデジタル信号の一部は不連続データ検出回路21に供給される。ここでは、1つ前のシンボル期間に供給されたデジタルデータが与える信号点を基に生成されたそのシンボル期間の後端部における変調信号の位相と、現在供給されている信号により生成されるガードインターバルの開始点における位相とが同一である場合は連続データであるとして検出される。

【0062】最も簡単な例は、IFFTにより生成される信号がガードインターバルに整数波長存在するような変調周波数を与えるキャリアに関しては、1つ前と現在とで同一の信号点によるデータが供給されるときはガードインターバルの開始点において信号は連続している。

【0063】他の例として、IFFTにより生成される信号がガードインターバルに半波長の奇数倍存在するような変調周波数を与えるキャリアであるときは、1つ前と現在のシンボル期間とで点対称である信号点によるデータが供給されるときはガードインターバルの開始点において信号は連続することになる。

【0064】このようにして、ガードインターバルの開

始点において連続する信号と、連続しない信号とを不連続データ検出回路21により検出し、検出された信号を振幅制限制御回路22に供給する。

【0065】その振幅制限制御回路22は、不連続データ検出回路21により検出された検出結果に応じて振幅制限回路14a、14b、・・・、14nより切り換え器15a、15b、・・・、15nに、振幅制限回路を介して供給される信号と介さないで供給されるそれぞれの信号とに対する切り換え制御信号を生成し、その生成された信号を切り換え器15a、15b、・・・、15nに供給する。

【0066】従って、切り換え器15a、15b、・・・、15nはガードインターバルの最初の位置で連続する信号に対しては振幅制限回路を経由しない方の信号を、また連続していないとされる信号に対しては振幅制限回路を経由した方の信号を $P/S \cdot D/A$ 変換器に供給するように動作する。

【0067】このようにして、振幅制限回路を経由、又は経由しないで得られるキャリア信号を基にしてOFDM信号が生成され、その生成されたOFDM信号は図示しない高周波回路により送信周波数の帯域に変換され、図示しない高周波増幅回路で増幅され、図示しない空中線により空間伝送路に放射されるものである。

【0068】以上、1つの情報シンボルごとに1つのガードインターバルが設けられて生成されるOFDM信号について述べたが、次に隣接する2つの情報シンボルで同一の情報信号を伝送すると共に、最初の情報シンボルに対してガードインターバルが付加されるようにして生成されるOFDM信号の例について述べる。

【0069】図7に、その2つの情報シンボルで同一の情報信号を伝送する場合のOFDM信号について示す。同図において、横軸は時間、縦軸は信号のレベル、そして奥行き方向は周波数を示しており、奥の方からキャリア0、キャリア1、そしてキャリアnの信号レベルの様子を示している。

【0070】そして、ここに示される信号は、ガードインターバルに続いて第1の情報シンボル、第2の情報シンボルが配置されており、第1と第2の情報シンボルでは同一のデジタル信号が伝送されると共にガードインターバルには第1、又は第2の情報シンボルの後部の信号が第1の情報シンボルの直前にコピーされて付されている。

【0071】また、振幅制限はガードインターバルの開始部より手前に配置される第2の情報シンボルの期間に対して行われている。この場合は、第1と第2で同一内容の情報信号が伝送されるため情報に対する周波数の利用率は低下するが、第1及び第2の情報信号を復調して得られる信号を比較することによりデータ誤りに対する保護特性を向上させることができるなどの特徴を有している。

10

20

30

40

50



【0072】さらに、振幅制限回路の動作速度は前述に示した1つのシンボル期間を有する例より遅くても良いため、高い周波数の信号を送送するための送信、受信装置を構成するのに適している。

【0073】しかし、その反面振幅制限回路によりキャリアが減衰されている時間が長いため、同期クロック用パイロット信号の伝送には適さないこととなる。

【0074】そこで、パイロット信号、及びOFDM信号の復号のために用いる参照用信号は連続するキャリア信号を用いることとし、連続するキャリア信号に対しては振幅制限を行わないようにして、高品質な同期用パイロット信号、及びリファレンス信号の伝送を行うようにする。

【0075】図8に、連続する信号については振幅制限を行わない場合のキャリア信号レベルの変化について示す。同図において、薄い網点で示す部分はキャリア信号が連続している箇所であり、振幅制限を行っていないキャリアの部分を示しており、このような振幅制限の行われないキャリア信号を生成して伝送するが、その生成方法は前述と同様の回路ブロックにより行なうことが出来る。

【0076】以上、伝送する情報信号に対して1つの情報シンボルを用いる場合と、2つの情報シンボルにより伝送する場合の2つの例を示したが、いずれの場合も不用漏洩スペクトルを減少させると共にパイロット信号、及びリファレンス信号の伝送品質を向上させることができ、安定した品質の直交周波数分割多重送信装置を構成することが出来るものである。

【0077】そして、前述の多値QAM変調は16QAM、及び64QAM変調で与えられる16、64などの整数の信号点を定義して行うデジタル変調方式であり、その多値の値が4である場合はQPSK (quadrature phase shift keying) 変調方式であり、また2である場合はPSK (phase shift keying)、FSK (frequency shift keying) のデジタル変調方式となる。

【0078】また、その多値QAMデジタル変調されたキャリア信号はIFFTにより生成されるが、上述のIFFTはデジタル変調されたキャリアを個別に出力するものであり、通常用いられる合成されたキャリア信号を出力信号としてを供給するIFFTとは異なっている。

【0079】従って、そのIFFTは供給される信号点に対応する複数のキャリア信号出力を供給できる発振器であってもよく、例えばその発振器は発生すべきキャリア信号の波形をROMなどの記憶素子に蓄積しておき、定義される信号点に応じて読み出し位置が可変されて位相変調が与えられ、また読み出された値に一定の定数が乗じられて振幅変調が与えられるように構成されるようなものであってもよい。

【0080】そして、このようにして構成される直交周

波数分割多重信号送信装置ないしは直交周波数分割多重信号の送信方法は、OFDMを構成するそれぞれのキャリアを多値QAM信号で変調するための、実数軸及び虚数軸で構成される2次元平面に複数の信号点を定義し、その定義された信号点に供給される情報信号を有効シンボル期間毎に割り付けるようにして変調された複数のキャリア信号を得、その得られた複数のキャリア信号にそのキャリア信号の一部をガードインターバル信号として付加することによりシンボル期間毎のキャリア信号として得、その得られたキャリア信号を空間伝送路に送出するに際し、シンボル期間毎の複数のキャリア信号の内、隣接するシンボル期間において連続するキャリアを検出し、その連続キャリアが検出されたときはそのキャリア信号に対して付加されるガードインターバル信号の開始点の近傍においてそのキャリア信号の振幅を減衰させるように振幅制御を行うことにより得られる複数のキャリア信号を基にして直交周波数分割多重信号を得るようにしているため、ガードインターバル信号の開始点における不連続信号に基づく不要漏洩スペクトルの発生を低減することができ、またガードインターバル信号の開始点で連続している信号についてはキャリア振幅の制御を行うことなく、連続したキャリアとして伝送するようにするため、OFDM復調器用の同期に関するパイロット信号、又はOFDM信号復調時の基準レベル情報に関するリファレンス信号はキャリアの低減を行わずに高品質で伝送するようにしているため不要漏洩スペクトルのレベルが低く、且つ安定した伝送特性を有する直交周波数分割多重信号伝送のための送信装置を構成することが出来る。

【0081】そして、同一の情報信号を連続する第1及び第2のシンボル期間で変調して直交周波数分割多重信号を生成して送信するような送信装置において、第2のシンボル期間においてガードインターバルにおける信号が連続しない信号に対して振幅の制限を行なうようにする場合においても上述と同様な効果を有する直交周波数分割多重信号伝送のための送信装置を構成することが出来る。

【0082】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、不要漏洩スペクトルのレベルが低く、且つ安定した伝送特性を有する直交周波数分割多重信号伝送のための送信方法を提供出来る効果がある。

【0083】請求項2記載の発明によれば、第1及び第2の有効シンボル期間を同一のデジタル情報により送信するに際し、不要漏洩スペクトルのレベルが低く、且つ安定した伝送特性を有する直交周波数分割多重信号伝送のための送信方法を提供出来る効果がある。

【0084】また、請求項3記載の発明によれば、請求項1又は請求項2記載の効果に加えて特に受信信号復号用のリファレンス信号を安定して高品質に伝送すること

ができるため、不要漏洩スペクトルのレベルが低く、更に安定した伝送特性を有する直交周波数分割多重信号伝送のための送信方法を提供出来る効果がある。

【0085】また、請求項4記載の発明によれば、請求項1又は請求項2記載の効果に加えて特に受信同期用のパイロット信号を安定して高品質に伝送することができるため、不要漏洩スペクトルのレベルが低く、更に安定した伝送特性を有する直交周波数分割多重信号伝送のための送信方法を提供出来る効果がある。

【0086】請求項5記載の発明によれば、不要漏洩スペクトルのレベルが低く、且つ安定した伝送特性を有する直交周波数分割多重信号送信装置の構成を提供出来る効果がある。

【0087】請求項6記載の発明によれば、第1及び第2の有効シンボル期間を同一のデジタル情報により送信するに際し、不要漏洩スペクトルのレベルが低く、且つ安定した伝送特性を有する直交周波数分割多重信号送信装置の構成を提供出来る効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る直交周波数分割多重信号送信装置のブロック図である。

【図2】本発明の実施に係る有効シンボル期間とガードインターバルの信号の関係を示す図である。

【図3】本発明の実施に係る有効シンボル期間とガードインターバルで不連続である信号の関係を示す図であ

る。

【図4】本発明の実施に係るガードインターバルの付加により生じる不要漏洩スペクトルの低減を説明するための図である。

【図5】本発明の実施に係るガードインターバルの付加により生じる不要漏洩スペクトルを説明するための図である。

【図6】本発明の実施例の説明に係る直交周波数分割多重信号送信装置のブロック図である。

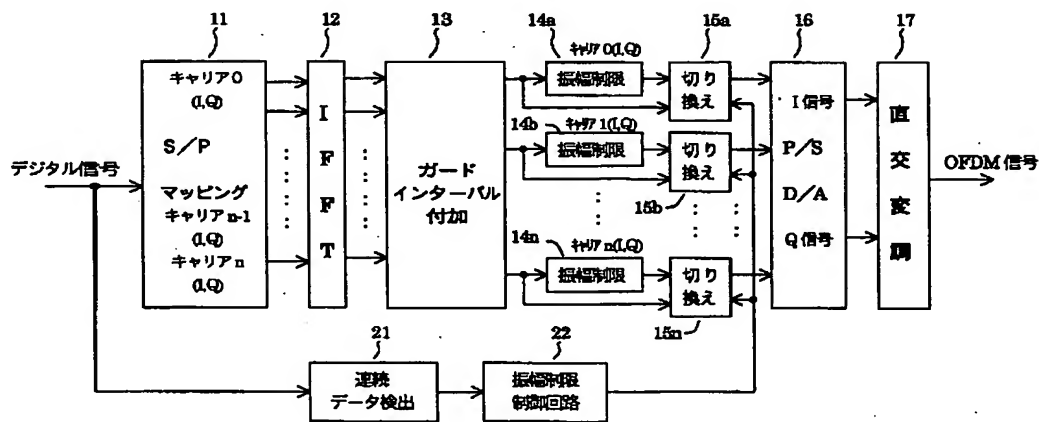
【図7】本発明の実施を説明するための直交周波数分割多重信号のスペクトルを示す図である。

【図8】本発明の実施に係る直交周波数分割多重信号の各キャリアの振幅制限の様子を示す図である。

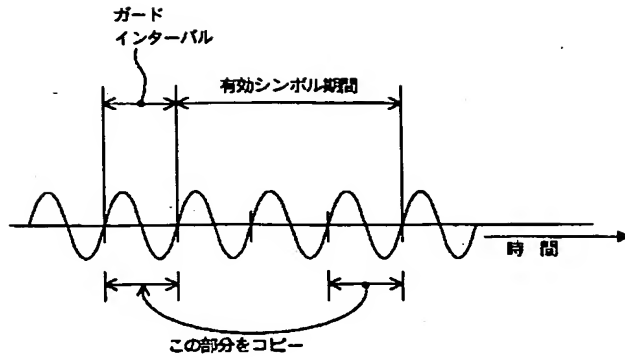
【符号の説明】

- 11 S/P・マッピング回路
- 12 IFFT
- 13 ガードインターバル付加回路
- 14 振幅制限回路
- 14a、14b、・・・、14n 振幅制限回路
- 15a、15b、・・・、15n 切り換え器
- 16 P/S・D/A回路
- 17 直交変調回路
- 21 不連続データ検出回路
- 22 及び振幅制限制御回路

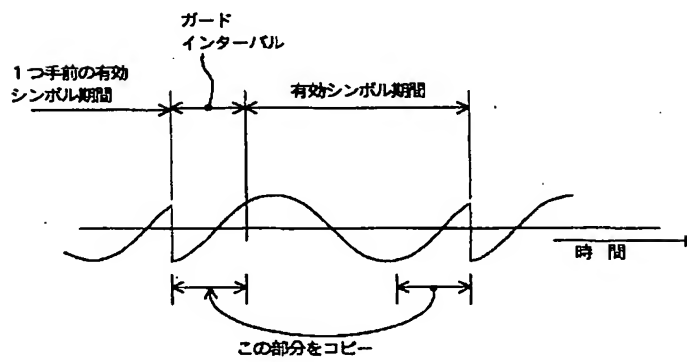
【図1】



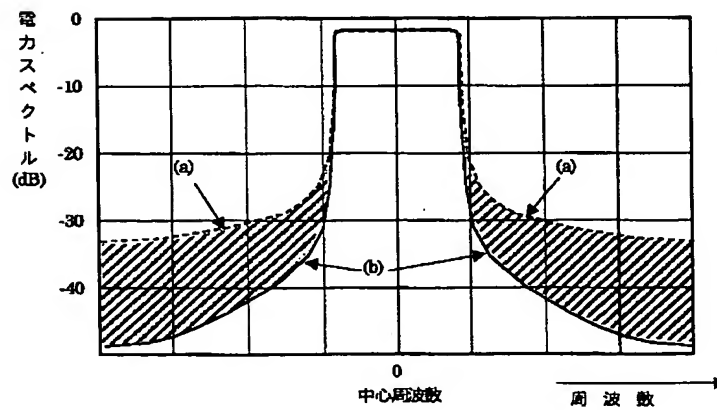
【図 2】



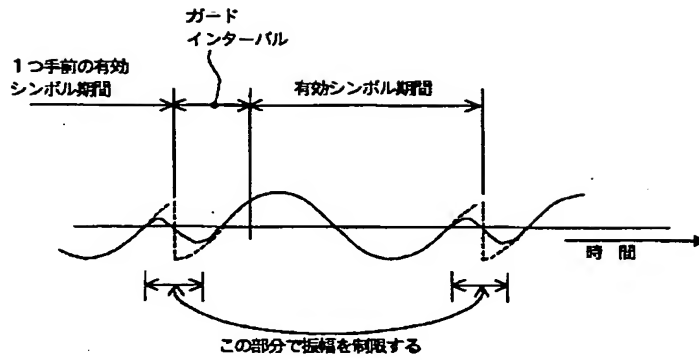
【図 3】



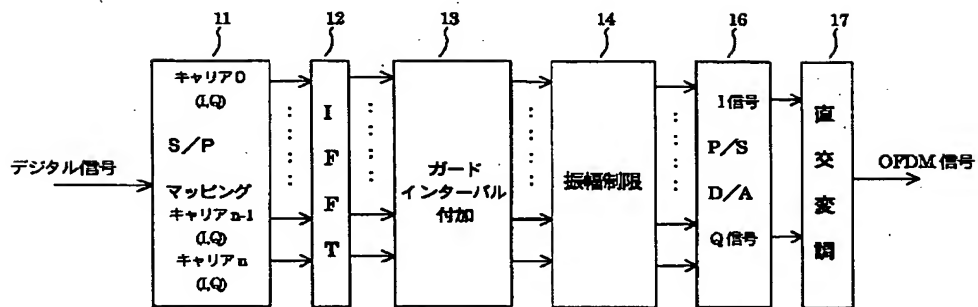
【図 5】



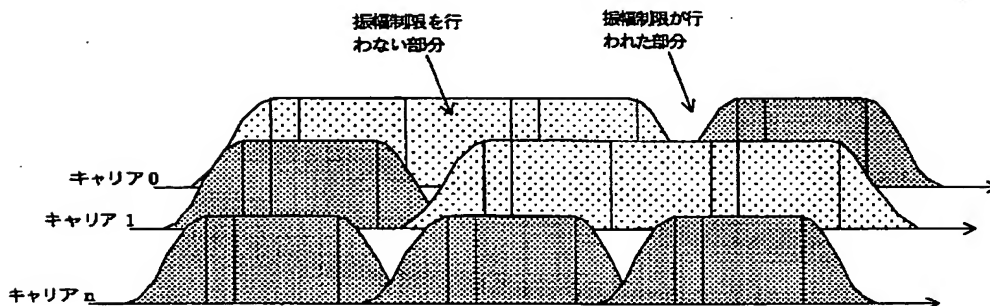
【図 4】



【図 6】



【図 8】



【図7】

